

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-128541

(43) 公開日 平成8年(1996)5月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 K 3/08

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-267823

(22) 出願日 平成6年(1994)10月31日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 三原 順

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 長崎 浩一

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 越田 充彦

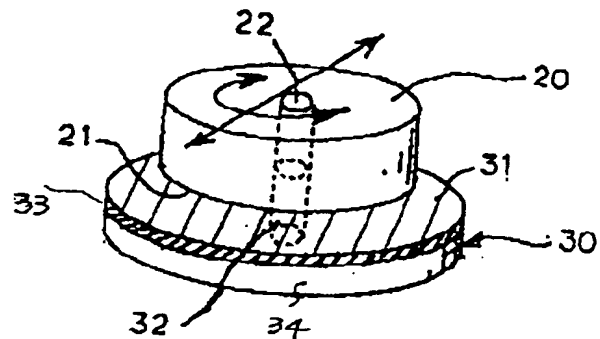
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(54) 【発明の名称】 ディスクバルブ及びその評価方法

(57) 【要約】

【構成】 ディスクバルブを構成する二つの弁体間の少なくとも一方の摺動面に合成疑似ダイヤモンド薄膜33を被着するとともに、弁体間の乾式下における動摩擦係数を0.4以下とする。

【効果】 弁体間に潤滑剤を用いなくても、優れた摺動性が得られ、しかもその性能を長期に渡って維持することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】互いに摺接する弁体の少なくとも一方の摺動面に合成疑似ダイヤモンド薄膜を被着したディスクバルブにおいて、該合成疑似ダイヤモンド薄膜を被着した弁体に対する他方の弁体材料の乾式条件下における動摩擦係数が 0.4 以下であることを特徴とするディスクバルブ。

【請求項 2】互いに摺接する弁体から成るディスクバルブにおいて、一方の弁体に対する他方の弁体材料の乾式条件下における動摩擦係数によって、その摺動性を評価するようにしたことを特徴とするディスクバルブの評価方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、水栓、湯水混合栓等に用いられる可動弁体と固定弁体からなるディスクバルブに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】水栓や湯水混合栓等に用いられるディスクバルブは、2枚の円盤状の弁体を互いに摺接した状態で相対摺動させることによって、各弁体に形成した流体通路の開閉が成される。例えば、図2に示すように、水栓や湯水混合栓として使用されているフォーセットバルブ10は、固定弁体30と可動弁体20を互いの摺動面21、31で接した状態にしておき、レバー40の操作で、可動弁体20を動かすことによって互いの弁体20、30に形成した流体通路22、32の開閉を行い、供給流体の流量調整をするようになっていた。

【0003】そして、上記可動弁体20及び固定弁体30は、摺動性やシール性を保つために高い寸法精度が要求される上、互いに絶えず摺り合わされるために、摩擦が激しく、また、常に流体にさらされるために腐食も激しいことから、近年、高精度に加工されることが可能であり、耐摩耗性や耐蝕性に優れたセラミックスにより形成されるようになってきた。

【0004】ところで、摺動性とシール性は相反するものであり、シール性を高めるために、摺接面を極めて平滑な面とし、平滑な摺接面を持った一対の弁体同士を摺り合わせると、引っかかりや異音が発生し、さらには互いの弁体が張り付いて動かなくなるというリンキング（凝着）が生じることがあった。また、リンキングまでに至らなくても、操作回数を重ねるにつれ、次第にレバー操作力が上昇して行くことも知られていた。

【0005】そこで、このリンキングを防ぐために、様々な解決策が提案されている。

【0006】例えば、弁体を三次元網目構造の多孔質セラミックスとし、この開気孔中に潤滑剤として樹脂やオイル等を含浸させたものがある。（例えば、特開昭61-206875号、特開昭61-244980号、特開昭62-4949号、特開昭62-37517号、特公

平5-50475号公報参照)

また、このような液体潤滑剤を用いたもの以外にも、固体潤滑剤を使ったものとして、特開平1-261570号公報に「摺動面にダイヤモンド状カーボン薄膜を形成したメカニカルシール」に係わる発明が、特公平3-223190号公報に「アモルファスダイヤモンド薄膜を形成したセラミック製摺動部構造」に係わる発明がそれぞれ開示されている。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記多孔質セラミックス中に液体潤滑剤を含浸させたものでは、その液体潤滑剤として、エンジン油、スピンドル油、ダイナモ油、タービン油、フッ素系オイル、シリコン系オイル等の人体に有害な成分を含むものが採用されており、水栓、湯水混合栓等においては、これらの潤滑剤が人体に取り込まれる可能性が高いため、好ましくないという問題点があった。また、長期使用中には液体潤滑剤が流出しやすく、摺動性が悪くなったり、シール性が劣化しやすいという問題もあった。

【0008】一方、特公平3-223190号公報等にて開示されているアモルファスダイヤモンドなどの、いわゆる合成疑似ダイヤモンドをコーティングしたものは、確かに摺動力の改善が図られ、軽快な操作力を得ることができた。しかし、これは圧送流体である水が潤滑剤の役割を成すためであり、使用中に突発的に摺動面の一部で潤滑剤としての水が無くなった場合に、摺動摩擦力が突然上昇して操作力が大きくなるという現象が見られ、そのために長期間良好な摺動性を維持できないという問題があった。

【0009】そのため、実際の使用に際しては、このような問題を防ぐために、合成疑似ダイヤモンドをコーティングした摺動面に、さらに潤滑剤を塗布する必要があった。

【0010】なお、ディスクバルブの摺動性の評価としては動摩擦係数が用いられ、水やその他の潤滑剤が存在する条件下での動摩擦係数の小さいものが求められていたが、この動摩擦係数が小さいものでも長期間良好な摺動性を維持できない場合があり、正確な評価をすることができなかった。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記問題に鑑み、2枚の弁体からなるディスクバルブの内、少なくとも一方の弁体に合成疑似ダイヤモンド薄膜を被着し、この弁体に対する他方の弁体材料の乾式条件下での動摩擦係数を0.4以下としたものである。

【0012】また、本発明は、互いに摺接する弁体から成るディスクバルブにおいて、一方の弁体に対する他方の弁体材料の乾式条件下における動摩擦係数によって、その摺動性を評価するようにしたことを特徴とする。

【0013】つまり、従来の評価基準である潤滑剤や水

の存在下での動摩擦係数は、潤滑剤の特性に大きく左右され、摺動部材自体の摺動性を正確に評価するものではなかった。これに対し、乾式下での動摩擦係数を用いれば、摺動部材自体の特性を正確に評価できることを見出したのである。

【0014】そして、種々実験の結果、乾式下での動摩擦係数が0.4以下であるような弁体同士の組合せを用いれば、突発的に水が切れた場合でも、大きな動摩擦係数が生じないことからレバー操作力が急激に大きくなることはなく、優れた摺動性を長期間良好に維持できるのである。

【0015】

【実施例】以下に本発明の実施例を示す。

【0016】図1に示すように、本発明のディスクバルブは可動弁体20と固定弁体30からなり、固定弁体30は基体34の表面に合成疑似ダイヤモンド薄膜33を被着して摺動面31を形成してある。そして、可動弁体20の摺動面21と固定弁体30の摺動面31とを摺接した状態としておいて、可動弁体20側を移動させることによって、互いの流体通路22、32の開閉を行うようになっている。

【0017】また、可動弁体20は、アルミナ、ジルコニア、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミニウム等の緻密質セラミックスで形成されている。一方、固定弁体30の基体34は、上記と同様のセラミックスが好ましいが、金属や樹脂等の材質で形成しても良い。さらに、合成疑似ダイヤモンド薄膜33（非晶質硬質炭素膜・ダイヤモンドライクカーボン・DLC・I-カーボン等とも称される）は、上記基体34上にPVDやCVD法等の蒸着手段により形成すれば良い。

【0018】さらに、図1では固定弁体30側のみに合成疑似ダイヤモンド薄膜33を被着した例を示したが、可動弁体20側のみ、あるいは両方の摺動面に合成疑似ダイヤモンド薄膜を被着することもできる。

【0019】そして、本発明では、合成疑似ダイヤモンド薄膜33を被着した固定弁体30に対する可動弁体20の乾式下での動摩擦係数を0.4以下、好適には0.2以下としたことを特徴とする。

【0020】ここで、両者間の動摩擦係数は、合成疑似ダイヤモンド薄膜33の表面粗さや成膜条件等によって変化することになるが、いずれの場合においても、動摩擦係数が0.4以下であれば良い。また、動摩擦係数は、水等の潤滑剤の有無によって大きく変化するが、本発明では特にこれらの潤滑剤が存在しない乾式下での動摩擦係数を0.4以下とした点が重要である。

【0021】つまり、実際の使用時には水等が存在するが、突発的に水が存在しなくなった時に乾式下での摺動が生じることになる。このような場合でも乾式下での動摩擦係数が0.4以下であるような弁体同士の組合せを用いておけば、優れた摺動性を維持できるのである。

【0022】また、本発明における乾式下での動摩擦係数とは、BOD (ball on disk) 摺動性評価試験によって測定する。これは、図3に示すように、ディスク50の表面51にボール60を点接触させて一定の荷重で押し付け、この状態でディスク50を回転させることによって、ディスク50とボール60間の動摩擦係数を測定するものである。また、測定は、必ず水等が存在しない乾式下で大気雰囲気中で行う。

【0023】例えば図1のディスクバルブにおける動摩擦係数を測定する場合は、ディスク50として固定弁体30を用い、ボール60として可動弁体20と同じ材質、同じ表面粗さのボールを用いれば良い。なお、ボール60は球体である必要はなく、点接触するように先端面を曲面状としたピン等であっても良い。

【0024】なお、上記実施例は合成疑似ダイヤモンド薄膜を備えたディスクバルブについて述べたが、乾式下での動摩擦係数を用いる本発明の評価方法は、合成疑似ダイヤモンド薄膜を備えないディスクバルブに対しても適用することができる。

【0025】実験例1

ここで、図1に示すディスクバルブとして、可動弁体20及び基体34をアルミナセラミックスで形成し、基体34の表面粗さを変化させることによって、合成疑似ダイヤモンド薄膜33の表面粗さを変化させ、それぞれBOD (ball on disk) 摺動性評価試験を行った。

【0026】まず、アルミナセラミックス製の基体34表面の中心線平均粗さ(Ra)を0.08~1.0μmの間で任意に変化させ、その表面に合成疑似ダイヤモンド薄膜33を0.6~0.8μmの厚さでコーティングすることによって、合成疑似ダイヤモンド薄膜33の表面粗さ(Ra)を0.08~1.0μmの間で種々に変化させた。このコーティングはベンゼン(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)ガスを原料ガスとして、イオン化した炭素イオンをイオン加速器によってアルミナセラミックス製の基体34の表面に蒸着させた。

【0027】次に動摩擦係数の測定を行った。乾式状態の大気中雰囲気、図3に示すBOD試験機を用いた。ディスク50として、上記の表面粗さの異なる合成疑似ダイヤモンド薄膜33を有する固定弁体30を用い、ボール60として可動弁体20と同一のアルミナセラミックスで作った直径6.35mmのセラミックスボールを用いた。ボール60への負荷荷重は500gf、ディスク50の周速を100mm/secに設定した。この時の温度は20℃、湿度は45~50%であった。

【0028】この動摩擦係数の評価によって、合成疑似ダイヤモンド薄膜33の表面粗さに応じて、0.09~0.60の範囲内で種々の動摩擦係数を有するディスクバルブが得られた。つまり、合成疑似ダイヤモンド薄膜33の表面粗さを変化させることによって、弁体間の乾

式下での動摩擦係数は大きく変化することが判った。

【0029】一方、同じ試料に対し、水を供給しながら、上記と同じ条件で動摩擦係数を測定したところ、いずれの試料についても動摩擦係数は0.1以下のほぼ同じ値を示し、大きな差は認められなかった。

【0030】つまり、水の存在下の動摩擦係数では、合成疑似ダイヤモンド薄膜を有するディスクバルブの摺動性について明瞭な差が無かったのに対し、本発明のように乾式下の動摩擦係数を測定することによって、大きな差を確認できることがわかった。

【0031】なお、合成疑似ダイヤモンド薄膜33の表面粗さと乾式下の動摩擦係数との関係については、一般に表面が滑らかすぎると動摩擦係数が大きくなる傾向があるが、粗すぎても動摩擦係数は大きくなる。

【0032】また、弁体間の動摩擦係数を変える方法は、上記の様に表面粗さによる調整だけでなく、合成疑似ダイヤモンド薄膜33の成膜条件、例えばイオン加速器電圧、原料ガス流量、成膜温度等によっても調整は可能である。つまり、成膜条件を変えることにより、得られた合成疑似ダイヤモンド薄膜33の微細な表面形状が変化したり、膜自体の物性が変化することにより、動摩擦係数を変えることができるのである。

#### 【0033】実験例2

次に、実際のフォーセットバルブを試作して実体実験を行った。この実験に使用したフォーセットバルブは外径30mmで、厚み15mmの円盤状アルミナセラミックスに直径5mmの流体通路22を穿設した可動弁体20と、外径40mmで厚み5mmの円盤状アルミナセラミックスに直径5mmの流体通路32を穿設すると共に、

摺動面31側に、合成疑似ダイヤモンド薄膜33を被覆した固定弁体30とを組み合わせ構成した。

【0034】ここで、固定弁体30に被覆した合成疑似ダイヤモンド薄膜33は、実験例1の動摩擦係数測定試験における動摩擦係数0.09~0.60の範囲内となるような成膜条件と同一とした。更に、可動弁体20の摺動面21の表面粗さは実験例1のBOD評価に用いたボール60の表面粗さに合わせてある。

【0035】上記の固定弁体30に可動弁体20をケーシングによって軸力30kgfで押さえつけながら、流体通路22、32に80℃の温水を1kg/cm<sup>2</sup>の圧力で注入し、可動弁体20を操作レバー40によって摺動させた。摺動させるときに必要なレバー押し付け力をプッシュプルゲージで測定し、レバー操作力とした。

【0036】それぞれ、初期の弁体間の乾式下での動摩擦係数と、一万回操作後の操作力との関係を表1及び図4に示す。

【0037】これらの結果から、1万回の摺動という比較的早い段階において、初期の乾式下での弁体間の動摩擦係数が小さいほど操作力が低いことがわかる。特に動摩擦係数が0.4の点を境界とし、これを超えると急激に操作力が大きくなることが判った。

【0038】したがって、初期の乾式下での弁体間の動摩擦係数を0.4以下としておけば優れた摺動性を維持でき、動摩擦係数を0.2以下とすればさらに好適であることがわかる。

#### 【0039】

#### 【表1】

サンプルNo.	乾式下での動摩擦係数	10,000回摺動後の操作力 (kgf)
*1	0.46	0.86(kgf)
2	0.23	0.52
*3	0.52	0.65
4	0.10	0.32
5	0.09	0.08
*6	0.60	1.25

\*は本発明の範囲外である。

【0040】次に、操作力の経時変化を測定した。測定方法は上記の操作力の測定方法と同じであるが、1万回の摺動毎にプッシュプルゲージで操作力を測定し、10万回までの経時変化をみた。その結果を図5に示す。

【0041】この結果より、初期の乾式下での動摩擦係数が0.6の比較例では次第に操作力が大きくなったため、6万回で実験を打ち切った。これに対し、初期の乾式下での動摩擦係数が0.4以下である本発明実施例では、10万回操作後も1.0kgf以下の操作力を維持しており、長期間にわたって優れた摺動性を示す事が判った。

【0042】したがって、乾式下での動摩擦係数が0.4以下であるようなディスクバルブを用いれば、長期間にわたって優れた摺動性を維持できることがわかる。

#### 【0043】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、ディスクバルブを構成する二つの弁体の少なくとも一方の摺動面に合成疑似ダイヤモンド薄膜を被着し、両弁体間の乾式下における動摩擦係数を0.4以下とすることによって、使用中に潤滑剤を成す水が突発的に切れたような場合でも大きな摩擦力が生じることはないため、弁体間に潤滑剤を用いなくても優れた摺動性が得られ、しかもその性能を長期に渡って維持することができる。

【0044】また、本発明によれば、互いに摺接する弁

体から成るディスクバルブにおいて、一方の弁体に対する他方の弁体材料の乾式条件下における動摩擦係数によって、その摺動性を評価するようにしたことによって、摺動部材自体の摺動特性を正確に評価することができる

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るディスクバルブの一例であるフォーセットバルブの弁体のみを示す斜視図である。

【図2】一般的なフォーセットバルブの作動状態を示す斜視図で、流体通路を遮断した場合を示す。

【図3】BOD試験機の模式図である。

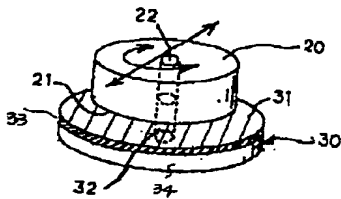
【図4】フォーセットバルブにおける、乾式下での弁体間の動摩擦係数とレバー操作力との関係を示すグラフである。

【図5】フォーセットバルブにおける、操作回数とレバー操作力との関係を示すグラフである。

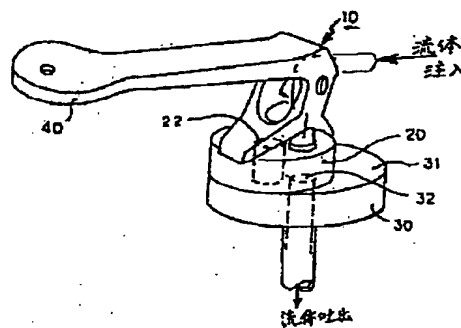
#### 【符号の説明】

- 10：フォーセットバルブ
- 20：可動弁体
- 21：摺動面
- 22：摺動面
- 30：固定弁体
- 31：摺動面
- 40：操作レバー
- 50：ディスク
- 60：ボール

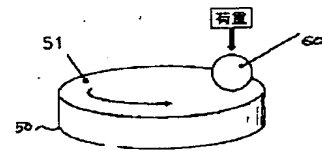
【図1】



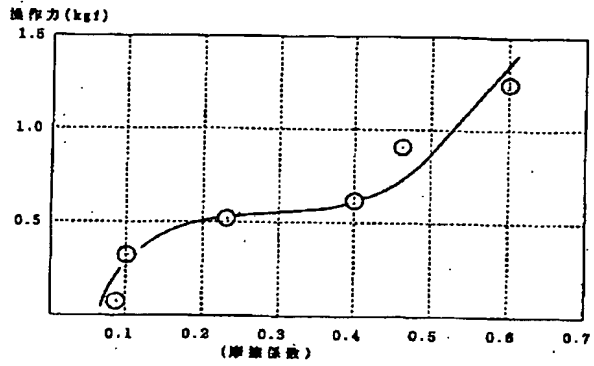
【図2】



【図3】



【図 4】



【図 5】

